

# 修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科 電子工学専攻 博士前期課程		
氏 名	田中 康仁	学籍番号	0732054
論 文 題 目	PLD 法による $\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5$ 薄膜の作製		
要 旨			
<p>今日、シリコン LSI 中に光デバイスを組み込むシリコンフォトニクスが注目されている。そのキーデバイスとなる光増幅素子、光源材料の 1 つとして期待されている <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶は、25at%の Er を構成元素とする 0.86[nm]の周期構造を持つ層状結晶で、Er の 4f 準位間遷移によりシリカ系光ファイバの最低損失波長である 1.5<math>\mu\text{m}</math> 帯において室温でシャープな発光を示す。また、<math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶の層状結晶はゾルゲル法で作製した <math>\text{ErSiO}</math> アモルファス母材を 1100°C 以上の温度で結晶化することで自己組織化的に得られる。近年、我々は母材として <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶の層状構造に近い原子層レベルの周期構造を PLD(pulsed laser deposition)法を用いて作製することで、その後の結晶化プロセスを短時間化しゾルゲル法より高配向の <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶作製に成功した。</p> <p>現在、ゾルゲル法により <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶導波路が作製されているが、<math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶は高濃度の Er を含んでいることから、<math>\text{Er}^{3+}</math>-<math>\text{Er}^{3+}</math>間距離が 0.37[nm]と非常に短くアップコンバージョンを生じやすいと予想される。そこで、Er の一部を Y で置換した <math>\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5</math> 薄膜が提案された。Y は Er 原子と同様の原子半径を持ち (Er:1.57Å, Y: 1.62Å)、さらに 4f 内殻電子を持たないため Er-Y 間でのエネルギー遷移は起こらない。このため Y を導入しても結晶場をかえることなくアップコンバージョンを抑制することができると思われる。さらに我々の <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 超格子の構造解析から、Er の配位は複数存在すると考えている。しかし <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶の低温 PL からは明らかに Er の発光中心は 1 つである。このことから <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶中のある特定の配位の Er のみが光学活性していると考えている。本研究では、<math>\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5</math> 薄膜作製において、光学的に不活性な Er を優先的に Y に置換することにより、アップコンバージョンの抑制とともに、光学的に活性な Er イオンを増し、高品位で高い発光効率の <math>\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5</math> 薄膜の作製を目的とした。PLD 法により Er と Y 原子の組成比、ターゲット配列(積層順番)を制御し、作製した <math>\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5</math> 薄膜の構造、発光評価を行った。</p> <p>XRD の結果から全ての試料で <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶の回折ピークが確認でき、PL の結果からも全ての試料で <math>\text{Er}_2\text{SiO}_5</math> 結晶と同様の発光スペクトルが確認できた。これらの結果から、Y を入れても光学活性した Er が受ける結晶場は変化していないことが確認できた。XRD の結果から、Er 濃度を減少させ Y 濃度を増加させていくにつれて結晶性が下がることが確認された。これより <math>\text{Er}_x\text{Y}_{2-x}\text{SiO}_5</math> 薄膜作製にあたり、熱処理条件の最適化が必要であることがわかった。PL の結果から Er 濃度を減少させていくにつれて PL の発光強度が上がっていることから、非発光遷移が減少していると考えられる。Er 濃度が減少するにつれて Deacy が長くなっていく傾向が見られた。またターゲット配列により蛍光寿命の長さに違いが見られ、配列による発光の違いを調査中である。</p>			